

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局(43) 国際公開日  
2004 年 1 月 15 日 (15.01.2004)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 2004/004967 A1

- (51) 国際特許分類<sup>7</sup>: B23K 35/26
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2003/008361
- (22) 国際出願日: 2003 年 7 月 1 日 (01.07.2003)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願2002-195433 2002 年 7 月 4 日 (04.07.2002) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 日本電気株式会社 (NEC CORPORATION) [JP/JP]; 〒108-8001 東京都港区芝五丁目7番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 船矢 琢央 (FURNAYA, Takuo) [JP/JP]; 〒108-8001 東京都港区芝五丁

目 7 番 1 号 日本電気株式会社内 Tokyo (JP). 眞加 修 (MYOHGA, Osamu) [JP/JP]; 〒108-8001 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内 Tokyo (JP). 岡田 芳嗣 (OKADA, Yoshitsugu) [JP/JP]; 〒108-8001 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内 Tokyo (JP). 久保田 宏 (KUBOTA, Hiroshi) [JP/JP]; 〒108-8001 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内 Tokyo (JP). 桜井 純也 (SAKURAI, Junya) [JP/JP]; 〒108-8001 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 天野 広 (AMANO, Hiroshi); 〒105-0014 東京都港区芝三丁目40番4号 シャイン三田ビル5階 Tokyo (JP).

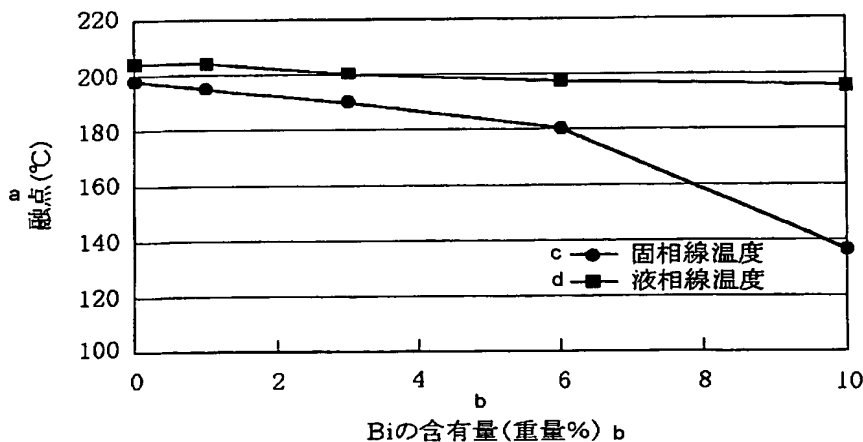
(81) 指定国 (国内): CN, US.

添付公開書類:  
— 国際調査報告書

[続葉有]

(54) Title: SOLDER AND PACKAGING THEREFROM

(54) 発明の名称: はんだおよびそれを用いた実装品



a... MELTING POINT  
b... Bi CONTENT (wt. %)  
c... SOLIDUS TEMPERATURE  
d... LIQUIDUS TEMPERATURE

(57) Abstract: An unleaded solder that exhibits the same workability, use conditions and bonding reliability as those of the conventional Sn-37 wt.% Pb eutectic solder. In particular, a solder comprising 7 to 10 wt.% of zinc, 0.001 to 6 wt.% of bismuth, 0.001 to 0.1 of silver and the remainder of tin. The solidus temperature thereof is not lower than the melting point of Sn-37 wt.% Pb eutectic solder, and the difference between the liquidus temperature thereof and the melting point of Sn-37 wt.% Pb eutectic solder is about 10 to 20°C. Therefore, electronic components can be mounted by means of the same reflow furnace as in the use of conventional Sn-37 wt.% Pb eutectic solder. The contained silver increases the tensile strength of solder and inhibits the formation of unfavorable intermetallic compounds. Consequently, a circuit substrate unit of high bonding reliability having a mechanical strength greater than in the use of Sn-37 wt.% Pb eutectic solder can be produced without the need to introduce a new reflow furnace capable of uniform heating over the entire surface of substrate.

[続葉有]



2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(57) 要約: 従来のSn-37重量%Pb共晶系半田と同等の作業性、使用条件及び接合信頼性を備えた無鉛の半田を提供する。亜鉛を7乃至10重量%、ビスマスを0.001乃至6重量%、銀を0.001乃至0.1重量%含み、残部が錫からなる組成とすることによって、その固相線温度がSn-37重量%Pb共晶系半田の融点以上となり、液相線温度とSn-37重量%Pb共晶系半田の融点との差が10乃至20℃程度となるため、従来のSn-37重量%Pb共晶系半田を使用する場合と同じリフロー炉を使用して、電子部品を実装することが可能である。また、銀が半田の引張り強度を向上させ、望ましくない金属間化合物の生成を抑制する。これにより、基板全面での均一加熱可能なリフロー炉を新規に導入することなく、Sn-37重量%Pb共晶系半田を使用する場合よりも優れた機械的強度を有する接合信頼性の高い回路基板ユニットが得られる。

明 細 書

はんだおよびそれを用いた実装品

発明の技術分野

本発明は、回路基板に電子部品を実装するための半田及びその半田を用いて電子部品を実装した回路基板ユニットに関し、特に、従来のSn-37重量%Pb共晶半田の代替用として、温度220乃至240℃における半田付けが可能であり、かつ、機械的強度がSn-37重量%Pb共晶半田と同等以上である無鉛の半田及びそれを用いた回路基板ユニットに関するものである。

従来の技術

従来、回路基板の表面上に電子部品を実装する際、Sn-37重量%Pb共晶半田を金属粒子としてフラックスと混練したクリーム半田が使用されている。

Sn-37重量%Pb共晶半田は、その共晶温度が183℃である。通常、表面実装するためのリフロー炉は、基板寸法が大型である場合や、熱容量の大きな部品が基板に搭載される場合であっても、基板上の最低温度がSn-37重量%Pb共晶半田の共晶温度（183℃）以上となるように、その炉内最高温度が220℃から240℃となるように設計されている。

220℃から240℃の温度は、中央処理装置（CPU）などの電子部品の耐熱温度以内である。従って、従来は、このようなリフロー炉において、Sn-37重量%Pb共晶半田を用いることによって、電子部品の十分な表面実装が可能であった。

ところが、近年、Sn-37重量%Pb共晶半田を利用して生産された製品の産業廃棄物から酸性雨などにより鉛が溶出し、地下水を通して人体に取り込まれるおそれがあるということが指摘され、無鉛半田の開発が進められている。

そのような無鉛半田の一例として、特許第3027441号公報には、Sn-Ag共晶をベースとした半田合金が開示されている。

同公報によれば、そのようなSn-Ag共晶をベースとした半田合金は、その熔融温度が220℃以上であり、通常のSn-37重量%Pb共晶半田の融点1

83℃よりも約40℃高い。また、耐熱疲労特性にも優れており、人工衛星のような過酷な環境下において好適に使用可能である。

また、特許第1664488号公報(特開昭59-189096号公報)には、半田付けの強度が高い半田合金として、Sn-Zn-Bi系の無鉛半田が開示されている。

特開平9-277082号公報には、酸化しやすく、濡れ性に乏しいSn-Zn系半田の濡れ性を改善するために、Sn-Zn系粉末と、Sn-Zn系粉末よりも濡れ性に優れ、かつ、熔融温度の低いSn-Zn-Bi系粉末との混合粉末から作製したクリーム半田が開示されている。

特開平8-300182号公報には、有効量のビスマスとスズを含み、さらに、金、銀及び白金の少なくとも一つをX重量%( $X < 0.99$ )の割合で含む半田が開示されている。

特開平10-328880号公報には、銀を2乃至4重量%、亜鉛を0.5乃至2重量%、ビスマスを2乃至6重量%含み、残部がスズからなるスズ-亜鉛系無鉛半田合金が開示されている。

特開平11-138292号公報には、Ag-In、Ag-Sn、Bi-In、Bi-Sn、Cu-Sn、In-Sn、In-Zn、Li-Sn、Mg-Sn、Sn-Znからなる2元系合金粉末及びIn粉末の中から、金属種が3種以上となるように、少なくとも2種以上を混合した混合合金粉末を80乃至95重量%含み、残部がフラックスからなる無鉛半田ペーストが開示されている。

特開2000-107882号公報には、スズ-亜鉛またはスズ-亜鉛-ビスマスを主組成とし、鉛を含まない半田合金粉の表面に、マロン酸と該半田合金中の金属との有機金属化合物が形成されている無鉛半田粉が開示されている。

従来用いられてきた半田における第1の課題は、上述の通り、Sn-37重量%Pb共晶半田は人体に対して有害な鉛を含むことである。

第2の課題は、電子部品の回路基板への表面実装を行う場合、炉内最高温度が電子部品の耐熱温度を超えてしまうという点である。

特許第3027441号公報に記載のSn-Ag共晶をベースとした半田合金材料の熔融温度は220℃以上であるため、電子部品の回路基板への表面実装を行う場合、炉内最低温度は220℃以上としなければならない。従来の一般的な

S n - 3 7 重量% P b 共晶半田用のリフロー炉を使用するとすれば、基板表面積が大きい場合または熱容量の大きな部品が搭載されている場合、炉内最高温度を 2 5 0℃以上としなければならない。この温度（2 5 0℃）は現状の C P U などの多数の電子部品の耐熱保証温度域を超えてしまうため、たとえ電子部品を実装したとしても、実装後の電子部品の信頼性はないに等しい。

この課題を解決するためには、従来のリフロー炉よりも炉内最高温度と炉内最低温度との温度差が小さく、さらに、より均一に加熱することが可能なリフロー炉を新規に用意しなければならない。あるいは、電子部品の耐熱性を向上させるにしても、S i 半導体デバイスなどはその半導体特性を損なう恐れがある。

第 3 の課題は、S n - Z n - B i 系の無鉛半田においては、後述するように、回路基板の銅板電極と半田との界面に C u と Z n の金属間化合物が形成され、接合部分の靱性が弱くなるという点である。このため、電子部品の実装後の熱サイクルによって、電子部品の半田付け強度が低下する。このような現象を防ぐために、銅板電極上に金（A u）メッキ処理を施すことが考えられるが、その場合には、回路基板ユニットの製造工程数及び製造コストの増加を伴う。

第 4 の課題は、S n - Z n 系粉末と S n - Z n - B i 系粉末との混合粉末からなるクリーム半田の場合、特開平 9 - 2 7 7 0 8 2 号公報の表 1 に示されているように、S n - Z n - B i 系粉末の固相線温度が B i 含有量に依存しない点である。

このため、リフロー温度プロファイルを一定とした場合、リフロー炉内で S n - Z n - B i 系粉末が熔融し始めてから S n - Z n 系粉末が熔融するまで、S n - Z n - B i 系合金が S n - Z n 系粉末表面を取り囲んで S n - Z n 粒子表面の酸化膜中の酸素を取り除くことができる時間（熔融温度差）が B i 含有量に依存しない。

本発明はこれらの課題に鑑みてなされたものであって、その目的は、従来の S n - 3 7 重量% P b 共晶系半田と同等の作業性、使用条件及び接合信頼性を備え、かつ、人体に対して有害な鉛を含まない半田合金、及び、それを用いた回路基板ユニットを提供することにある。

## 発明の開示

上記の目的を達成するため、本発明は、亜鉛を7乃至10重量%、ビスマスを0.001乃至6重量%、銀を0.001乃至0.1重量%含み、残部が錫からなる半田を提供する。

さらに、本発明は、1種類または複数種類の組成比の錫－亜鉛合金と、1種類または複数種類の組成比の錫－ビスマス－銀合金とからなり、それらの合金を混合して熔融させたときに、亜鉛を7乃至10重量%、ビスマスを0.001乃至6重量%、銀を0.001乃至0.1重量%含み、残部が錫である組成となる半田を提供する。

本発明が提供する半田は、例えば、粉末形状であることが好ましい。この場合、粉末の粒径は20乃至40  $\mu\text{m}$ とすることが好ましい。また、粉末の最大粒径と最小粒径との差は10  $\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。

上記の半田は、例えば、フラックス中に練り込まれているものとすることができ、この場合、フラックス濃度は9乃至13重量%であることが好ましい。

さらに、本発明は、基板と、前記基板に半田付けされている少なくとも一つの電子部品と、からなる回路基板ユニットであって、前記半田付けに使用されている半田は上記の半田であることを特徴とする回路基板ユニットを提供する。

#### 図面の簡単な説明

図1は、本発明に係る半田のBi含有量－融点特性図である。

図2は、本発明に係る半田のAg含有量－融点特性図である。

図3は、本発明の第1の実施例に係る回路基板ユニットの断面図である。

図4は、本発明の第1の実施例に係る半田のせん断強度測定方法を説明するための平面図〔図4(a)〕と側面図〔図4(b)〕である。

図5は、本発明の第1の実施例に係る半田のBi含有量－せん断強度特性図である。

図6は、本発明の第2の実施例に係る半田のBi含有量－引っ張り強度特性図である。

図7は、本発明の第3の実施例に係る半田の熱サイクル－せん断強度特性図である。

図8は、本発明の第4の実施例に係る半田のAg含有量－引っ張り強度特性図

である。

図 9 は、本発明の第 5 の実施例に係る半田の A g 含有量－破断伸び特性図である。

図 1 0 は、本発明の第 5 の実施例に係る半田の A g 含有量－ビッカース硬度特性図である。

図 1 1 ( a ) 及び ( b ) は、本発明の第 6 の実施例に係る半田の熱サイクル－せん断強度特性図である。

図 1 2 は、本発明の第 6 の実施例に係る半田の破断面の S E M 写真 [ 図 1 2 ( a ) ] と E D X 像 [ 図 1 2 ( b ) : Z n 分布、図 1 2 ( c ) : C u 分布 ] である。

図 1 3 は、本発明の比較例 1 に係る半田の破断面の S E M 写真 [ 図 1 3 ( a ) ] と E D X 像 [ 図 1 3 ( b ) : Z n 分布、図 1 3 ( c ) : C u 分布 ] である。

図 1 4 は、本発明の第 6 の実施例 [ 図 1 4 ( a ) ] と比較例 1 [ 図 1 4 ( b ) ] とにおける半田破断前の回路基板ユニットの半田接合部の断面図である。

図 1 5 は、本発明の第 7 の実施例に係る半田の銅板上への印刷直後 [ 図 1 5 ( a ) ] 、プリヒート温度放置後 [ 図 1 5 ( b ) ] 、半田接合温度放置後 [ 図 1 5 ( c ) ] における断面 S E M 写真である。

図 1 6 は、本発明の第 8 の実施例に係る半田の銅板上への印刷直後における構造断面図である。

(符号の説明)

- 1 混合半田
- 2 銅板
- 3、6 a、6 b、7 a、7 b 合金粒子
- 5 フラックス
- 1 1 1、2 1 1、3 1 1 回路基板
- 1 1 2、2 1 2、3 1 2 C u 基板電極
- 1 1 3、2 1 3、3 1 3 半田
- 1 1 4、2 1 4、3 1 4 チップ抵抗
- 1 1 5、2 1 5、3 1 5 チップ抵抗電極
- 1 1 6 せん断強度測定用冶具
- 2 1 7 C u－Z n 金属間化合物層

### 好ましい実施例の詳細な説明

本発明に係る半田は、その合金組成が錫（S n）、亜鉛（Z n）、ビスマス（B i）、銀（A g）の四元素からなる。

S n－Z n合金は、亜鉛の含有量が8．8重量%のときに共晶組成となり、その共晶温度は199℃である。この共晶温度199℃は、二元系合金の共晶温度の中では、S n－37重量%P b共晶半田の共晶温度183℃に最も近い値である。

一般に、二元系共晶合金は、共晶組成ではない組成の合金と比較して、より緻密な組織を有する。そのため、二元系共晶合金は、その機械的強度が良好であり、凝固収縮が少なく、かつ、熔融時の流動性が良好であり、元素偏析が少なく、腐食に強いことが知られている。

このような二元系共晶合金の性質を考慮して、本発明に係る半田における亜鉛の含有量は、S n－Z n合金が共晶組成となる8．8重量%を中心に7乃至10重量%とした。これによって、S n－Z n共晶近傍の合金をベースとした本発明に係る半田は、優れた機械的強度や物理的・化学的特性を有するとともに、他の共晶合金あるいは共晶近傍の合金をベースとした半田に比べて、電子部品の実装に用いた場合に、S n－37重量%P b共晶半田の使用温度条件に最も近い条件で 사용할 ことができる。

以下、図面を参照して、本発明の好ましい実施例を説明する。

なお、以下の説明においては、亜鉛の含有量を8重量%に設定しているが、亜鉛の含有量が7乃至10重量%の範囲内であれば、8重量%以外のどの値に設定しても、同等の結果が得られることを本発明者は確認している。

図1は、本発明に係る半田のB i含有量（重量%）－融点（℃）特性図である。

半田合金は、正確に秤量した各元素材料を坩堝に入れ、不活性ガス雰囲気中で加熱し、十分に攪拌した後、急冷することによって、作製された。図1に示したB i含有量－融点特性の測定に用いた半田合金の組成は、Z n含有量が8重量%、A g含有量が0．08重量%、B i含有量が0乃至10重量%であり、残部はS nである。

図1は、上記の組成の半田合金バルクにおいて、10℃／m i nの昇温速度に



におけるDSC（示差走査熱量計）測定で観察されるピークから算出された液相線温度及び固相線温度のBi含有量への依存性を示している。

錫とビスマスとは、二元系の場合、Sn-57重量%Biにおいて共晶組成となり、その共晶温度は139℃である。本実施例においても、Biの含有量が増加するに従って、液相線温度及び固相線温度は低下する。Biを10重量%まで添加した場合には、固相線温度は140℃以下まで低下してしまう。

電子部品その他の部品を実装した製品の通常の信頼性評価試験においては、125℃や150℃における高温保管を行う試験項目もあるため、10重量%までBiを添加した場合には、高温保管時に半田の内部に液相が出現し、高い信頼性を得ることができなくなる。

一方、Biの含有量が6重量%の場合には、固相線温度が180℃であり、通常のSn-37重量%Pbの融点183℃とほぼ等しい。

また、Bi含有量が0乃至6重量%の範囲においては、液相線温度は200℃前後であり、Sn-37重量%Pbの融点183℃との差が10乃至20℃程度であるから、従来のSn-37重量%Pb共晶半田を使用する場合と同じリフロー炉を使用して、電子部品を実装することが可能である。

以上より、電子部品その他の部品を半田で実装した後の高い接合信頼性を得るために、Biの含有量は6重量%以下とすることが望ましい。ここで、技術的に制御し得るBiの最小含有量は、0.001重量%である。

以上の結果は、Agの含有量が0.1重量%以下である場合についても同様である。Agの含有量が0.1重量%以下であれば、液相線温度はほとんど変化することなく、固相線温度は2℃程度変化するだけである。

図2は、本発明に係る半田のAg含有量（重量%）－融点（℃）特性図である。

図2に示したAg含有量－融点特性の測定に用いた半田合金の組成は、Zn含有量が8重量%、Bi含有量が1重量%、Ag含有量が0乃至0.5重量%であり、残部はSnである。半田合金の作製法と融点測定法は、上述のBi含有量を変化させた場合に用いた方法と同様である。

Agの含有量の全領域において、固相線温度は、従来のSn-37重量%Pb共晶半田の融点183℃より高く、196℃から198℃まで2℃程度変化するだけである。

一方、液相線温度は、0.1重量%以下のAgの含有量ではAgの含有量に依存せず、ほぼ一定である。

しかしながら、Agの含有量が0.1重量%を超えると、図1に示すBi添加の場合とは反対に、液相線温度が上昇する。このため、Agの含有量が0.1重量%を超えると、その液相線温度が、Agを含有しない場合より高くなり、従来のSn-37重量%Pb共晶半田用のリフロー炉の転用を考えた場合、実装温度の点から、実装用半田合金としては不利となる。従って、Agの含有量は0.1重量%以下であることが望ましい。ここで、技術的に制御し得るAgの最小含有量は、0.001重量%である。

以上より、本発明に係る半田の組成は、Zn含有量が7乃至10重量%、Bi含有量が6重量%以下、Ag含有量が0.1重量%以下であり、残部がSnとすることが望ましい。このような組成を有するいくつかの半田を用いて、電子部品を回路基板に実装した回路基板ユニットを作製した。以下に、そのような回路基板ユニットを用いて、本発明に係る半田の機械的強度や合金構造について検証する。

#### 〔実施例1〕

まず、次のような組成を有する4種類の半田合金を作製した。

##### (半田1)

Zn含有量：8重量%

Ag含有量：0.08重量%

Bi含有量：0重量%

残部：Sn

##### (半田2)

Zn含有量：8重量%

Ag含有量：0.08重量%

Bi含有量：1重量%

残部：Sn

##### (半田3)

Zn含有量：8重量%

Ag含有量：0.08重量%

B i 含有量：3 重量%

残部：S n

(半田 4)

Z n 含有量：8 重量%

A g 含有量：0. 0 8 重量%

B i 含有量：6 重量%

残部：S n

次いで、これらの半田 1－4 を粉末化し、粒径 2 0  $\mu$  m から 4 0  $\mu$  m の間にあるものを分級した後、弱活性フラックス中に、フラックス濃度が 1 2 重量%となるように混練りし、4 種類のクリーム半田を作製した。

次に、これらのクリーム半田を回路基板の C u 基板電極にメタルマスクを用いて印刷した後、1. 6 mm  $\times$  0. 8 mm サイズのチップ抵抗をクリーム半田に搭載した。

続いて、その状態で基板を従来の S n－3 7 重量% P b 共晶半田用のリフロー炉に入れて加熱し、クリーム半田を熔融させ、回路基板の C u 基板電極とチップ抵抗のチップ抵抗電極とを半田付けし、接合（以下、「半田接合」という）させた。

図 3 は、このようにして回路基板にチップ抵抗を半田接合した回路基板ユニットの断面図である。

図 3 に示すように、回路基板 1 1 1 上には C u 基板電極 1 1 2 が配置されており、チップ抵抗 1 1 4 のチップ抵抗電極 1 1 5 と C u 基板電極 1 1 2 とが半田 1 1 3 を介して接合されている。

半田 1 1 3 の C u 基板電極 1 1 2 に対する濡れ性及び半田 1 1 3 のチップ抵抗電極 1 1 5 に対する濡れ性は良好であり、チップ抵抗電極 1 1 5 と C u 基板電極 1 1 2 とは機械的に強く半田接合されていた。

次いで、図 4 (a)、(b) に示すように、チップ抵抗 1 1 4 の長辺中央部をせん断強度測定用治具 1 1 6 で押圧し、せん断方向からのチップ抵抗 1 1 4 の引き剥がし強度（せん断強度）を測定した。

図 4 (a)、(b) において、図 3 と同じ構成要素には同一の参照符号を付し、重複する説明を省略する。

図 5 は、測定されたせん断強度 (N) の B i 含有量 (重量%) に対する依存性

を示している。

図5に示すように、B i の含有量の増加とともにせん断強度が上昇している。従って、少なくとも6重量%までのB i の含有量においては、B i の含有によって機械的強度が増加し、回路基板に電子部品を実装した回路基板ユニットの機械的強度に対する信頼性が改善されることがわかる。

〔実施例2〕

図6は、実施例2に係る半田のB i 含有量(重量%)－引っ張り強度(MP a)特性図である。

まず、次のような組成を有する4種類の半田合金を作製した。

(半田1)

Z n 含有量：8重量%

A g 含有量：0.01重量%

B i 含有量：0重量%

残部：S n

(半田2)

Z n 含有量：8重量%

A g 含有量：0.01重量%

B i 含有量：1重量%

残部：S n

(半田3)

Z n 含有量：8重量%

A g 含有量：0.01重量%

B i 含有量：3重量%

残部：S n

(半田4)

Z n 含有量：8重量%

A g 含有量：0.01重量%

B i 含有量：6重量%

残部：S n

次いで、これらの半田合金バルクから引っ張り試験片を切り出し、J I S Z

2241規格による引っ張り試験法に基づいて、引っ張り強度試験を行なった。

図6は、その引っ張り強度試験の結果に基づいて得られたものである。

図6に示すように、Biの含有量の増加とともに、引っ張り強度が上昇している。従って、本実施例においても、実施例1と同様に、少なくとも6重量%までのBiの含有量において、Biの含有によって機械的強度が増加することが確認された。

しかしながら、上述の引っ張り強度試験において、Biの含有量の増加とともに、破断伸びが減少することが確認された。これは、物性的に脆いBiの増加による効果である。破断伸びが極端に小さくなると、半田接合部への熱サイクルに対する信頼性が低下する。従って、Biの含有量は多すぎないことが好ましい。

#### 〔実施例3〕

図7は、実施例3に係る半田の熱サイクルせん断強度（N）特性図である。

図7には、比較のため、Sn-37重量%Pb共晶半田で得られたデータも載せられている。

まず、次のような組成を有する3種類の半田合金を作製した。

##### （半田1）

Zn含有量：8重量%

Ag含有量：0.01重量%

Bi含有量：3重量%

残部：Sn

##### （半田2）

Zn含有量：8重量%

Ag含有量：0.01重量%

Bi含有量：6重量%

残部：Sn

##### （半田3）

Zn含有量：8重量%

Ag含有量：0.01重量%

Bi含有量：30重量%

残部：Sn

次いで、これらの半田1-3を粉末化し、粒径 $20\mu\text{m}$ から $40\mu\text{m}$ の間にあるものを分級した後、弱活性フラックス中に、フラックス濃度が10乃至12重量%となるように混練りしてクリーム半田を作製した。

次に、このクリーム半田を用いて、実施例1と同様に、回路基板の銅板電極上に $1.6\text{mm}\times 0.8\text{mm}$ サイズのチップ抵抗を実装した。実装直後、及び、 $-40^{\circ}\text{C}$ と $125^{\circ}\text{C}$ との温度に交互に10分間から30分間程度放置する熱サイクル試験を500または1000サイクルまで行った後、実施例1と同様に、せん断方向からのチップ抵抗の引き剥がし強度を測定した。

図7に示すように、本実施例に係る半田(▲、×、●)は、Bi含有量が6重量%以下の場合(▲、×)に、熱サイクル試験において、1000サイクル後においても、Sn-37重量%Pb共晶半田(○)と同等以上の強度が得られることがわかる。

しかしながら、Bi含有量が30重量%の場合(●)には、実装直後を除けば、そのせん断強度がSn-37重量%Pb共晶半田よりも劣っている。さらに、1000サイクル後においては、Bi含有量が6重量%を超えた半田のせん断強度は、従来のSn-37重量%Pb共晶半田のそれよりも低くなっている。

従って、熱サイクル試験で1000サイクル以上の信頼性が求められる場合、半田内部にBiを6重量%以上含有することは、従来のSn-37重量%Pb共晶半田の代替としての実装用半田合金として好ましくない。

さらに、実装される回路基板や電子部品に鉛が使用されている場合、リフロー炉内での加熱中に鉛が半田内部に混入し、半田内のBi含有量が多いと、半田内部に $100^{\circ}\text{C}$ 以下に固相線温度をもつSn-Pb-Bi合金が形成されるようになる。半田内のBi含有量が多くなればなるほど、そのような低融点の半田領域が多くなり、温度環境の変化に対する半田接合信頼性が低下する。

以上より、Bi含有量は6重量%以下とすることが望ましい。

#### 〔実施例4〕

図8は、実施例4に係る半田のAg含有量(重量%)—引っぱり強度(MPa)特性図である。

まず、次のような組成を有する4種類の半田合金を作製した。

(半田1)

Z n 含有量：8 重量%

A g 含有量：0 重量%

B i 含有量：1 重量%

残部：S n

(半田 2)

Z n 含有量：8 重量%

A g 含有量：0. 0 5 重量%

B i 含有量：1 重量%

残部：S n

(半田 3)

Z n 含有量：8 重量%

A g 含有量：0. 1 重量%

B i 含有量：1 重量%

残部：S n

(半田 4)

Z n 含有量：8 重量%

A g 含有量：0. 5 重量%

B i 含有量：1 重量%

残部：S n

次いで、実施例 2 と同様に、これら 4 個の半田合金バルクから引っ張り試験片を切り出し、J I S Z 2 2 4 1 規格に基づいて、引っ張り強度試験を行なった。

図 8 は、その引っ張り強度試験の結果に基づいて得られたものである。

図 8 に示すように、A g 含有量の増加とともに、引っ張り強度が緩やかに上昇している。従って、実施例 2 の B i 含有の場合と同様に、A g 含有によっても引っ張り強度が増加する。

ただし、A g の含有量が 0. 1 重量%を超えると、引っ張り強度はほとんど変化しなくなる。

〔実施例 5〕

まず、次のような組成を有する 6 種類の半田合金を作製した。

(半田 1)

Z n 含有量 : 8 重量%

A g 含有量 : 0 重量%

B i 含有量 : 1 重量%

残部 : S n

(半田 2)

Z n 含有量 : 8 重量%

A g 含有量 : 0. 0 2 5 重量%

B i 含有量 : 1 重量%

残部 : S n

(半田 3)

Z n 含有量 : 8 重量%

A g 含有量 : 0. 0 5 重量%

B i 含有量 : 1 重量%

残部 : S n

(半田 4)

Z n 含有量 : 8 重量%

A g 含有量 : 0. 0 7 5 重量%

B i 含有量 : 1 重量%

残部 : S n

(半田 5)

Z n 含有量 : 8 重量%

A g 含有量 : 0. 1 重量%

B i 含有量 : 1 重量%

残部 : S n

(半田 6)

Z n 含有量 : 8 重量%

A g 含有量 : 0. 5 重量%

B i 含有量 : 1 重量%

残部 : S n



次いで、実施例 4 と同様に、これら 6 個の半田合金バルクから引っ張り試験片を切り出し、J I S Z 2 2 4 1 規格に基づいて、引っ張り強度試験を行なって、破断伸び (%) を測定した。

また、これら 6 個の半田合金バルクに対して、J I S Z 2 2 4 4 規格に基づいて、ビッカース硬度試験を行い、ビッカース硬度を測定した。試験荷重は 1 5 g f とした。

9 は、A g 含有量 (重量%) に対する破断伸び (%) の依存性を示している。

図 9 に示すように、破断伸びは、A g の含有量を 0 から増やすにつれて増加し、約 0. 0 5 重量% のときに最大値を取る。その後、減少し、約 0. 1 重量% において再び増加する。その間、A g の含有量が 0. 0 2 5 重量% 以上で、0. 0 7 5 重量% 以下のときに、破断伸びが A g を加えない場合の約 2 倍の値を取る。

また、A g の含有量が 0. 1 重量% の半田においても、破断伸びの値は、同様にして測定した通常の S n - 3 7 重量% P b 半田の破断伸び値である約 3 0 % よりも大きい。

フリップチップ実装や B G A ( B a l l G r i d A r r a y ) などの表面実装のように、リードのない構造において、電子部品、回路基板電極等の半田接合される材料と半田合金との間に大きな熱膨張係数差が存在する場合に、破断伸びの少ない半田が使用されると、温度上昇や温度降下により、半田接合部が微細なクラック、ボイド等の空隙や切欠きの部分から破断に到りやすい。

上述の結果は、本実施例に係る半田が、A g の含有によって、特に表面実装用として使用されるときに、A g を含有しない半田と比較して、優れた破断伸びを有しており、また、S n - 3 7 重量% P b 半田の代替の半田としての十分な破断伸びを有していることを示している。特に、A g 含有量が 0. 0 2 5 重量% 以上であって 0. 0 7 5 重量% 以下のときに、破断伸びが、A g を加えない場合の約 2 倍の値を取っており、A g を加えない場合と比較して、明確な利点を有しているといえる。

図 1 0 は、A g 含有量 (重量%) に対するビッカース硬度 (H v) の依存性を示している。

図 1 0 に示すように、ビッカース硬度は、A g 含有量が 0 から 0. 0 2 5 重量% までの間ではわずかに上昇するがほぼ等しく、約 0. 0 2 5 重量% から 0. 0 7

5重量%までの間では、A gを加えない場合よりも低くなる。すなわち、A gの含有量が0.025重量%から0.075重量%までの間においては、本実施例に係る半田は、A gを加えない半田と比較して柔らかく、このA gの含有量範囲において、半田として優れた特性を有する。

また、A gの含有量が0.05重量%のときにビッカース硬度は最も低く20 Hv以下であり、従来のSn-37重量%Pbのビッカース硬度と同等となる。

A gの含有量が0.075重量%より多くなると、ビッカース硬度はさらに上昇し、0.1重量%になるとA gを加えない場合のビッカース硬度のほぼ1.5倍に達し、0.1重量%以上においてはほとんど変化しない。

〔実施例6〕

まず、次のような組成を有する2種類の半田合金を作製した。

(半田1)

Zn含有量：6重量%

A g含有量：0.1重量%

Bi含有量：8重量%

残部：Sn

(半田2)

Zn含有量：6重量%

A g含有量：0重量%

Bi含有量：8重量%

残部：Sn

次いで、これら2種類の半田合金を粉末化し、粒径20  $\mu$ mから40  $\mu$ mの間にあるものを分級した後、弱活性フラックス中に、フラックス濃度が10乃至12重量%となるように混練りしてクリーム半田を作製した。

次に、実施例3と同様にして、これら2種類のクリーム半田を用いて、回路基板の電極上に1.6mm×0.8mmサイズのチップ抵抗を実装して熱サイクル試験を行なった後、せん断方向からのチップ抵抗の引き剥がし強度を測定した。熱サイクル数は、250サイクルまでと、500サイクルまでとした。回路基板は、その電極が銅電極のままのものと、銅電極上にメッキ法もしくは蒸着法によりNi層とAu層とをこの順に設けたものを用いた。

図11は、熱サイクルに対するせん断強度(N)の依存性を示すグラフである。

図11(a)に示すように、電極が銅電極のままの回路基板を用いた場合、Agを含有しない半田(▲)と比較して、Agを0.1重量%含有した半田(●)の方が、熱サイクルをかける前においても、あるいは、熱サイクルをかけた後においても、明らかに強いせん断強度を有している。

また、図11(b)に示すように、銅電極上にメッキ法もしくは蒸着法によりNi層とAu層とを設けた回路基板を用いた場合においても、Agを含有しない半田(▲)と比較して、同様に、Agを0.1重量%含有した半田(●)の方が、熱サイクルをかける前においても、あるいは、熱サイクルをかけた後においても、明らかに強いせん断強度を有している。

図12は、上述の引き剥がし強度測定後において、チップ抵抗が引き剥がされた半田破断面のSEM(Scanning Electron Microscope)写真[図12(a)]と、その同一領域のEDX(Energy Dispersive X-ray spectroscopy)像[図12(b): Zn分布、図12(c): Cu分布]である。

半田は、Agを0.1重量%含有した半田であり、回路基板は、その電極が銅電極のままのものである。また、熱サイクル数は500サイクルである。

図12(a)、(b)、(c)を比較すると、Cu元素とZn元素とは破断面の同一場所に分布しておらず、Cu元素は半田の存在する場所にはほとんど検出されないことが明らかである。このことは、回路基板電極へのチップ抵抗の実装中または熱サイクル実験中に、あるいは、その双方において、回路基板電極から半田中にCuが溶出し、脆いCu-Zn金属間化合物層が形成されるということがないことを意味している。

従って、本実施例に係る半田の破壊は、そのような脆い層に伴って起こる破壊ではなく、半田バルクに起こる破壊である。これによって、本実施例に係る半田は、図11に示すせん断強度の測定結果が実証しているように、Agを含有しない半田よりも強い機械強度を有する。また、実施例4及び5が実証しているように、Agの添加そのものが半田の強度を増加させている。

#### [比較例1]

図13は、図12と同様に、実施例6における引き剥がし強度測定後において

チップ抵抗が引き剥がされた半田破断面のSEM写真〔図13(a)〕とEDX像〔図13(b): Zn、図13(c): Cu〕である。ただし、本比較例において使用した半田は、Agを含有しない半田である。回路基板は、その電極が銅電極のままのものであり、また、熱サイクル数も500サイクルである。

図13(a)、(b)、(c)を比較すると、半田破断面の同一場所(ほぼ全領域)に、Cu元素とZn元素が分布しているが明らかである。このことは、回路基板電極に対してチップ抵抗を半田接合している最中または熱サイクル実験中に、あるいは、その双方において、回路基板電極から半田中にCuが溶出し、回路基板電極と半田との界面に脆いCu-Zn金属間化合物層が形成されているということの意味している。

図14(a)は実施例6における半田破断前の半田接合部の断面図であり、図14(b)は実施例6における半田破断前の半田接合部の断面図である。

図14において、図3に示した実施例1と同等の構成要素には下2桁が等しい参照符号を付し、重複する説明は省略する。

図14(b)に示すように、半田内にAgを含有しない比較例1の場合には、Cu基板電極212と半田213との界面に脆いCu-Zn金属間化合物層217が形成されている。従って、比較例1のAgを含有しない半田における破断は、図14(b)の鎖線で示すように、脆いCu-Zn金属間化合物層217に起こる破断である。このため、図11に示した実施例6におけるせん断強度の測定結果から分かるように、Agを加えた半田合金よりも弱い強度を有する。

一方、図14(a)に示すように、半田内にAgを含有する実施例6の場合には、Cu基板電極312と半田313との界面にCu-Zn金属間化合物層は形成されていない。従って、この場合の破断は、図14(a)の破線で示すように、半田バルク313内に起こる破断である。

以上の結果から、Agの添加は、脆いCu-Zn金属間化合物層217の形成を妨げる効果を有すると結論付けられる。

#### 〔実施例7〕

図15は、実施例7に係る半田の銅板電極上への印刷直後〔図15(a)〕、プリヒート温度放置後〔図15(b)〕、半田接合温度放置後〔図15(c)〕における断面SEM写真である。

まず、S n、Z nよりなる半田合金と、S n、B i、A gよりなる半田合金とを作製し、次いで、それら2種類の半田合金を粉末化し、粒径20  $\mu$ mから40  $\mu$ mの間にあるものを分級した。ここで、二種類の半田合金粒子のうち低融点側のS n-B i-A g系合金は、高融点側のS n-Z n系合金に比べて大気中濡れ性の良いものである。

次に、熔融するとZ n含有量：8重量%、B i含有量：6重量%以下、A g含有量：0.1重量%以下であり、残部がS nである組成となるような混合比で、それら2種類の半田合金を弱活性フラックス中に混練りしてクリーム半田を作製した。フラックス濃度は12重量%である。

その後、この無鉛クリーム半田を銅板上に印刷した。

図15 (a) に示すように、印刷直後においては、銅板2上のフラックス中に上述の2種類の半田が合金粒子3として存在する。また、2種類の半田合金粒子の粒径がともに20  $\mu$ mから40  $\mu$ mの範囲内になるように分級された場合に、半田合金の印刷性が特に良好であった。

次に、上記のクリーム半田を印刷した銅板を、S n-37重量%P b共晶クリーム半田のリフローに用いることを目的として作られた通常の大気中リフロー炉におけるプリヒート温度である100乃至170℃の温度で、30秒から120秒間保持した。その後、その環境下でのフラックスと合金組織との状態を凍結するため、水中に浸して急冷した。

図15 (b) に示すように、混合半田1の全体の厚みが、図15 (a) の印刷直後と比べ薄くなり、濡れ性の良い低融点側の半田合金が銅板に対して濡れ拡がりを開始している。また、高融点側の半田合金は、粒子形状のまま残っており、隣り合う高融点側の半田合金粒子間に、熔融した低融点側の半田合金が流れ込んでいる。

この時、高融点側の半田合金粒子表面に形成されていた酸化膜の酸素は、熔融している低融点側の半田合金中の溶存酸素として低融点側の半田合金に溶解し、その濃度が飽和濃度に達すると、大気中に放出される。このことは、高融点側の半田合金粒子の表面の酸化膜が還元されていることと同意である。

同様に、高融点側の半田合金が二種類以上存在し、それら二種類以上の半田合金粒子の表面に酸素、水素、窒素、硫黄等の化合物が形成されている場合におい

ても、各ガス元素が低融点側の半田合金中の溶存ガスとして溶出し、それらの各ガス元素が飽和濃度に達したときに大気中に放出されるようにすることが可能である。

クリーム半田を印刷した銅板を上記のようにプリヒート温度である $100^{\circ}\text{C}$ から $170^{\circ}\text{C}$ の温度で30秒間から120秒間保持した後、水中で急冷することなく昇温して $210^{\circ}\text{C}$ から $240^{\circ}\text{C}$ の温度で約30秒間保持し、次いで、その環境下でのフラックスと合金組織との状態を凍結するため、水中に浸して急冷した。

図15(c)に示すように、混合半田1は、高融点側の合金粒子も溶融し、冷却後においても全断面が均一な組織となっている。

なお、本実施例においては、二種類の合金粉末の粒径がともに $20\mu\text{m}$ から $40\mu\text{m}$ の間になるように分級されたが、粒径はこれに限定されることはない。例えば、最大粒径と最小粒径との差が $10\mu\text{m}$ 程度であれば、全体の平均粒径が $20\mu\text{m}$ より小さいほど、粒径が $20\mu\text{m}$ から $40\mu\text{m}$ の範囲内にある場合よりも、狭ピッチなメタルマスクに対応してクリーム半田を印刷することが可能である。

また、二種類の合金粒子の配合比を、濡れ性の良い低融点側の合金の比率が高くなるようにするほど、リフロー後の半田全体の濡れ広がりが良好となる。

さらに、複数種類の合金粒子の表面から放出されるガスは、酸素、水素、窒素、硫黄に限定されない。

#### 〔実施例8〕

図16は、実施例8に係る半田の銅板電極上への印刷直後における断面図である。

図16に示すように、本実施例に係る半田は、銅板電極上への印刷直後において、フラックス5中に、異なる組成の2種類のSn、Znよりなる合金粒子6a、6bと、異なる組成の2種類のSn、Bi、Agより成る合金粒子7a、7bとを有している。

合金粒子6a、6b、7a、7bは、溶融するとZn含有量：8重量%、Bi含有量：6重量%以下、Ag含有量：0.1重量%以下であり、残部がSnである組成となるような混合比でフラックス中に存在する。

また、2種類のSn-Bi-Ag系合金の方が、2種類のSn-Zn系合金よりも融点が低く、かつ、大気中濡れ性が良い。このような半田の作製方法は、実

施例 7 のそれと同様である。

本実施例においても、実施例 7 と同様に、銅板電極上に濡れ性良く、良好な半田接合が可能であった。

なお、合金粒子の種類数は、各 2 種類に限定されるものではなく、3 種類以上の合金粒子を用いることができる。

また、合金粒子を全て同等の粒径とすることによって、通常の一種類の合金粉末によるクリーム半田と同等の印刷性を得ることができる。しかしながら、合金粒子の粒径が全て同一であることに限定されるものではない。

さらに、低融点側の合金粒子が酸化しやすく基板電極への濡れ性の悪い場合でも、粒子表面に有機物あるいは金属その他の無機物を被覆して酸化を防止することによって、複数粒子が存在するクリーム半田の濡れ性を改善することが可能である。望ましい有機物としては、有機リン化合物などの各種有機化合物や有機酸を含む防錆剤、金属としては、Cr、Mn、Si、Ti、Al などの室温近傍において Sn、Zn よりも酸化されやすい金属や、Fe、Ni、Co、Cr、Ti、Nb、Ta、Al などの酸化により不動態被膜を形成する金属が挙げられる。それらの有機物あるいは無機物を高融点側の粒子表面にも被覆することによって、更に濡れ性を改善することができる。

また、回路基板電極が銅である場合には、銅への濡れ性が問題となるが、回路基板電極を表面処理することにより、回路基板電極表面が金、ニッケル、Sn-Bi 合金、Sn-Zn 合金、Sn-Ag 合金、Sn-Pb 合金などになっている場合には、それらへの濡れ性が考慮されるべきである。

なお、以上の説明において、特に明記しなかったが、本発明に係る半田の組成として、Sn、Zn、Bi、Ag 材料中に混入されていたり、あるいは、製造工程中に坩堝等から混入される微量の不純物が含まれることを排除するものではないことはいうまでもない。

以上、本発明をその好適な実施例に基づいて説明したが、本発明に係る半田及び回路基板ユニットは、上述した実施例のみに制限されるものではなく、本発明の要旨を変更しない範囲で種々の変化を施した半田及び回路基板ユニットも本発明の範囲に含まれる。

例えば、本発明に係る半田は、電子部品相互間または電子部品と回路基板との

半田接合に好適に用いられるが、接合する対象はそれらには限定されない。

また、使用用途によって、表面実装のためのクリーム半田に限らず、挿入実装のためのインゴット、鋳付けのための糸半田として用いることも可能であり、使用用途はこれらに限定されない。

また、クリーム半田とする際の分級も通常、粒径  $20\mu\text{m}$  から  $40\mu\text{m}$  の範囲が好適に使用されるが、狭ピッチな電極配線やクリーム半田を印刷する面積が小さい場合には、さらに細かい粉末を使用することができる。

また、クリーム半田のフラックス含有量も保存安定性や印刷性等により、9重量%から13重量%程度まで使用条件により変化させることができる。

また、回路基板はセラミクス基板、ガラス基板、ガラスエポキシ基板などや、それらを利用したプリント配線板、Si基板などを用いることができるが、それらには限定されない。

回路基板電極の表面処理も、Cu、Au、Sn、Sn-Pb合金、Sn-Ag-Cu合金、Sn-Zn合金、フラックスなどが好適に用いられるが、それらには限定されない。

半田接合される電子部品もチップ抵抗、チップコンデンサー、LSIベアチップ、SOP (Small Outline Package)、QFP (Quad Flat Package)、BGA (Ball Grid Array)、DIP (Dual Inline Package)、PGA (Pin Grid Array) などが好適に用いられるが、それらには限定されない。

#### 産業上の利用可能性

以上説明したように、本発明に係る半田は、酸性雨により地中へ溶出し、地下水を通して人体に取り込まれる鉛のような物質を含まないため、人体に有害でない。

また、本発明に係る半田は、Snに7乃至10重量%のZnを含有させることによって従来のSn-37重量%Pb共晶半田の融点よりも上昇した液相線温度を、6重量%以下のビスマスを添加することによって下降させて、Sn-37重量%Pb共晶半田の融点からの上昇を10乃至20℃以内に抑える。このため、従来のSn-37重量%Pb共晶半田を使用していた場合と同等の電子部品耐熱



保証温度域における半田接合が可能であり、さらに、基板全面における均一加熱可能なリフロー炉を新規に導入する必要がなく、従来のSn-37重量%Pb共晶半田に使用されるリフロー炉をそのまま転用することが可能である。

また、本発明に係る半田は、Sn-Zn-Bi系の半田に0.1重量%以下のAgを添加させることによって、破断伸びを大きくして引張り強度を向上させ、また、CuとZnとの金属間化合物結晶粒の粗大化を抑制する。このため、製造初期においても、あるいは、熱サイクル試験後においても、高い半田接合信頼性を得ることが可能である。

また、銅電極上にAuメッキ処理を施す必要もなくなり、回路基板ユニットの製造コストを従来のSn-37重量%Pb共晶半田を用いた場合と同じとすることが可能となる。

また、本発明に係る半田は、Sn-Zn系合金粉末と、Sn-Zn系合金粉末よりも低融点で基板電極への濡れ性のよいSn-Bi-Ag系粉末とを混合するクリーム半田として形成される。このため、回路基板電極や電子部品端子への濡れ性がよく、半田接合部面積を大きくし、機械的強度を増加させることが可能である。

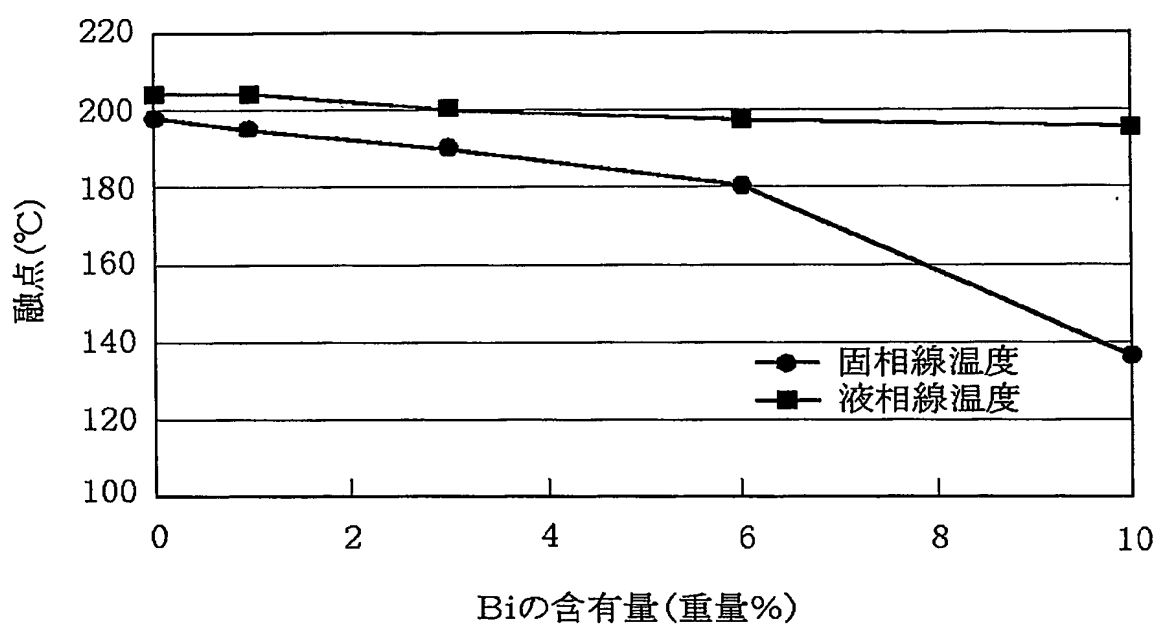
本発明に係る回路基板ユニットは、上記の特徴を有する半田によって、電子部品が回路基板電極に実装されるものであるから、信頼性のある半田実装が可能となる。

請求の範囲

1. 亜鉛を7乃至10重量%、ビスマスを0.001乃至6重量%、銀を0.001乃至0.1重量%含み、残部が錫からなる半田。
2. 1種類または複数種類の組成比の錫-亜鉛合金と、1種類または複数種類の組成比の錫-ビスマス-銀合金とからなり、それらの合金を混合して熔融させたときに、亜鉛を7乃至10重量%、ビスマスを0.001乃至6重量%、銀を0.001乃至0.1重量%含み、残部が錫である組成となる半田。
3. 粉末形状であることを特徴とする請求の範囲第1項または第2項に記載の半田。
4. 前記粉末の粒径が20乃至40  $\mu\text{m}$ であることを特徴とする請求の範囲第3項に記載の半田。
5. 前記粉末の最大粒径と最小粒径との差が10  $\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする請求の範囲第3項または第4項に記載の半田。
6. フラックス中に練り込まれていることを特徴とする請求の範囲第3項乃至第5項の何れか一項に記載の半田。
7. フラックス濃度が9乃至13重量%であることを特徴とする請求の範囲第6項に記載の半田。
8. 回路基板と、  
前記回路基板に半田付けされている少なくとも一つの電子部品と、  
からなる回路基板ユニットであって、  
前記半田付けに使用されている半田は請求の範囲第1項乃至第7項の何れか一項に記載の半田であることを特徴とする回路基板ユニット。

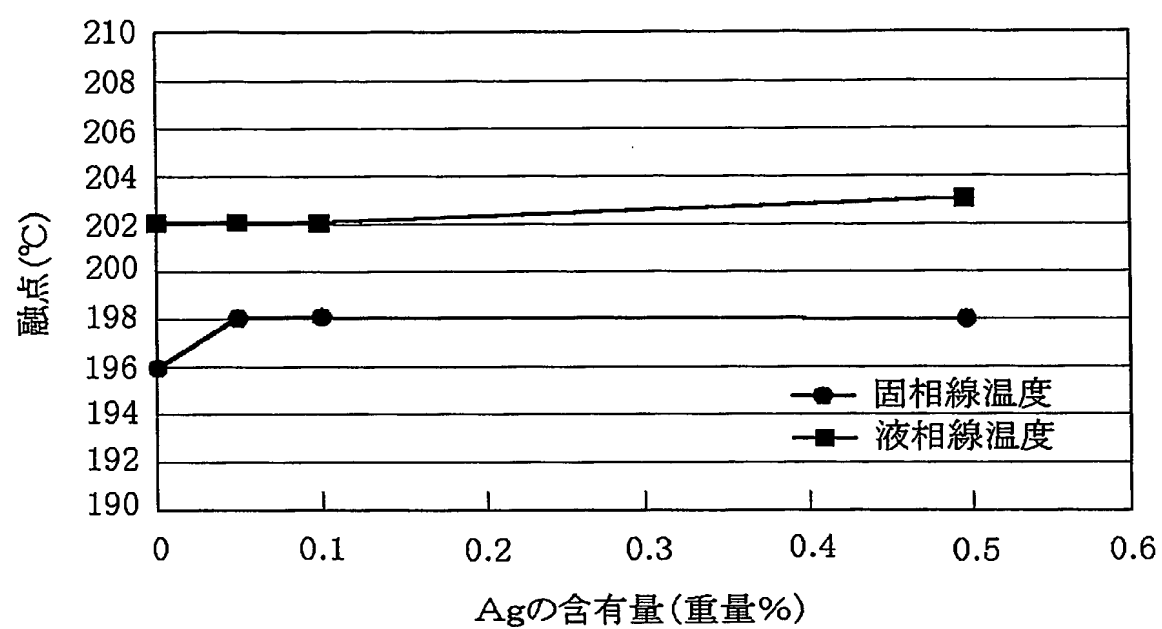
1/16

図 1



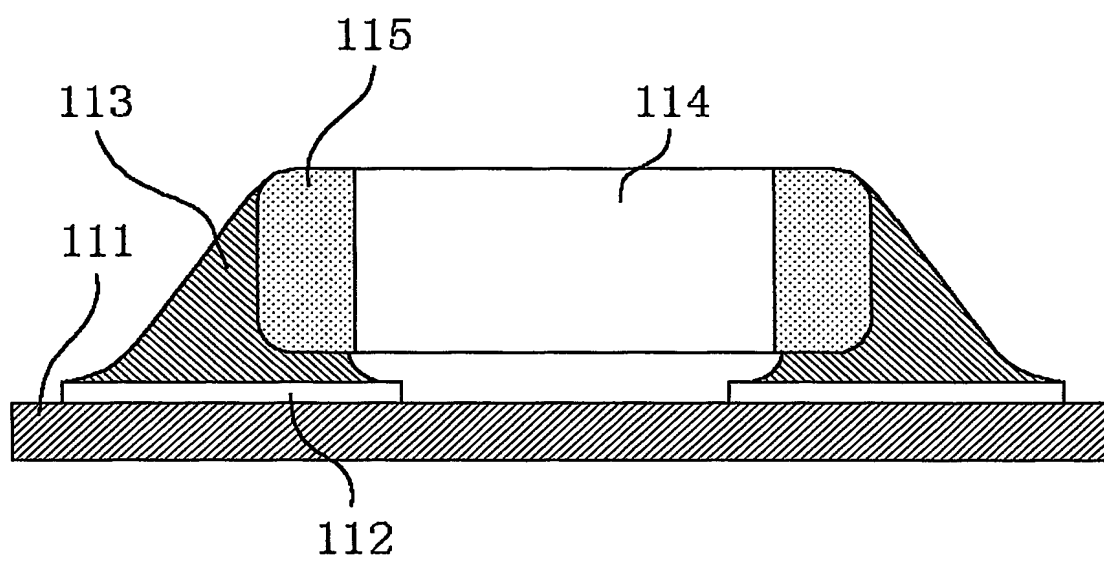
2/16

図2



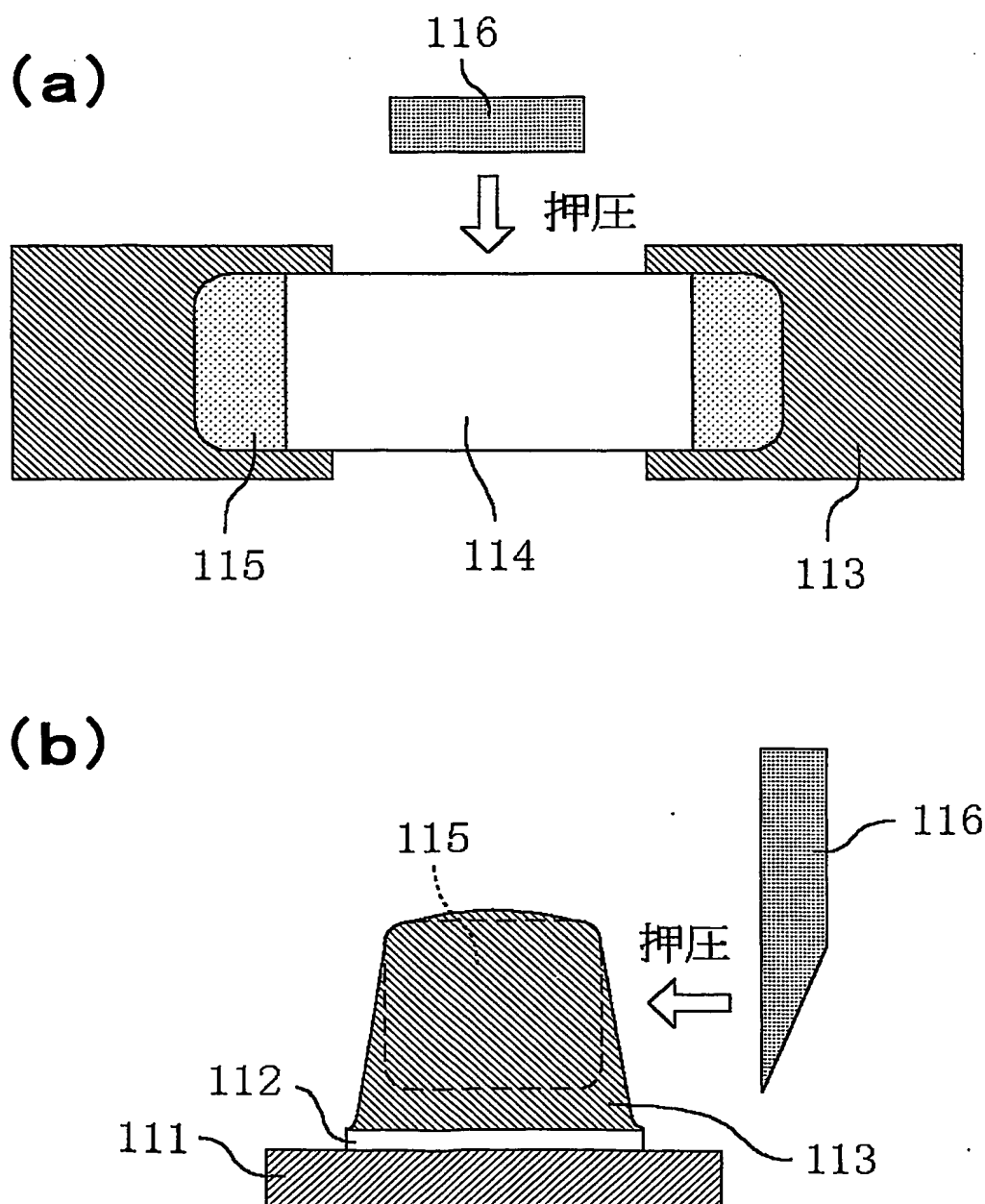
3/16

図3



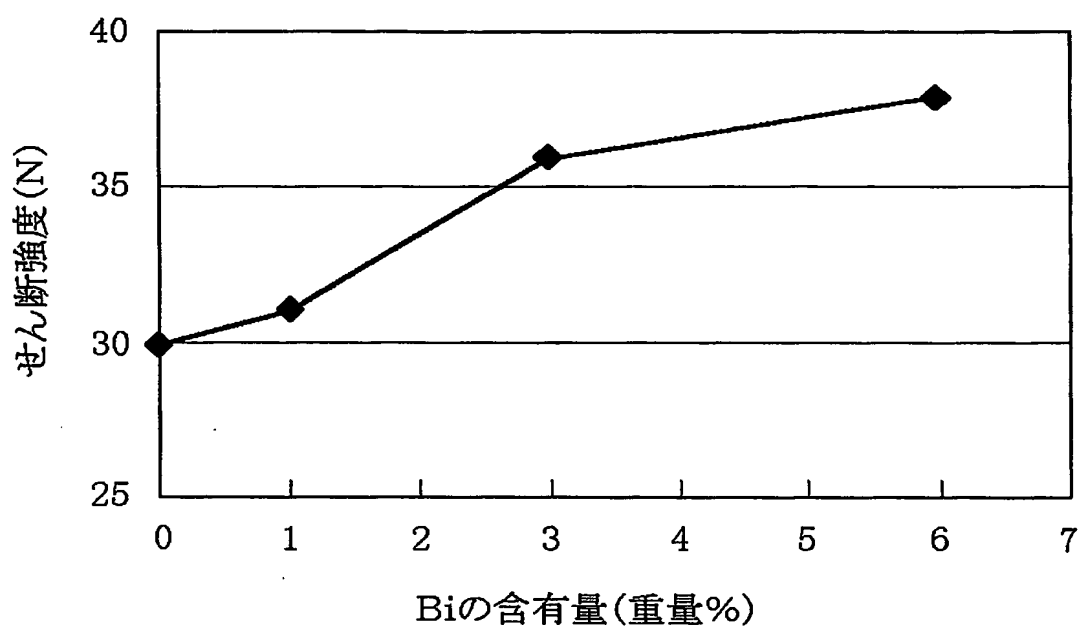
4/16

図4



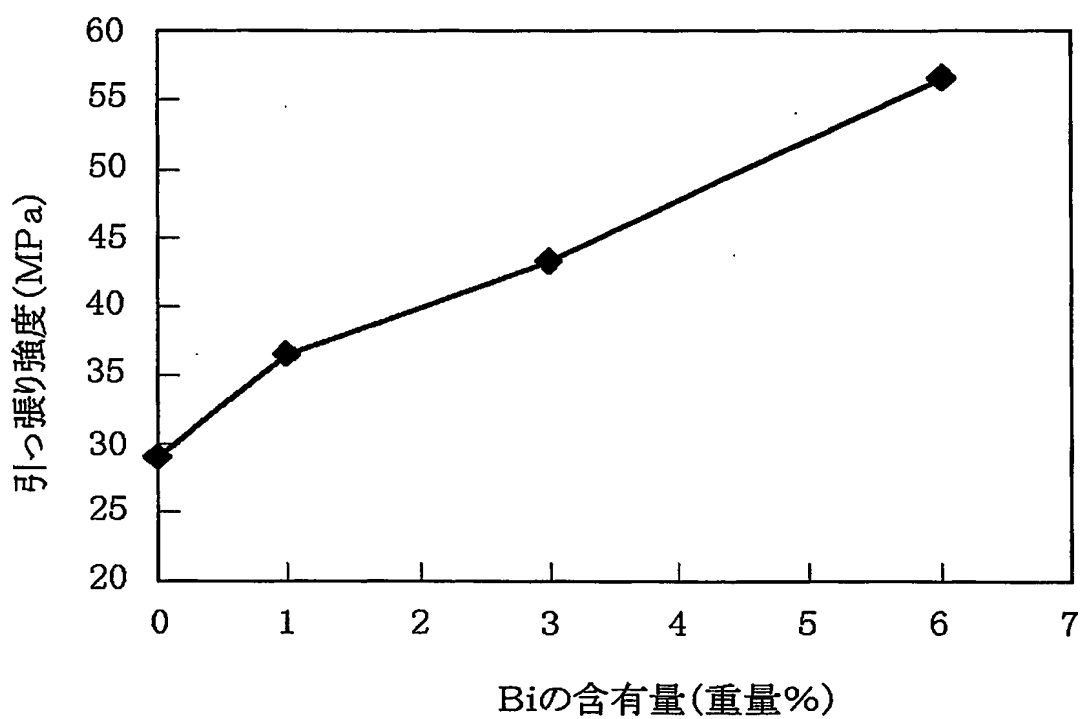
5/16

図5



6/16

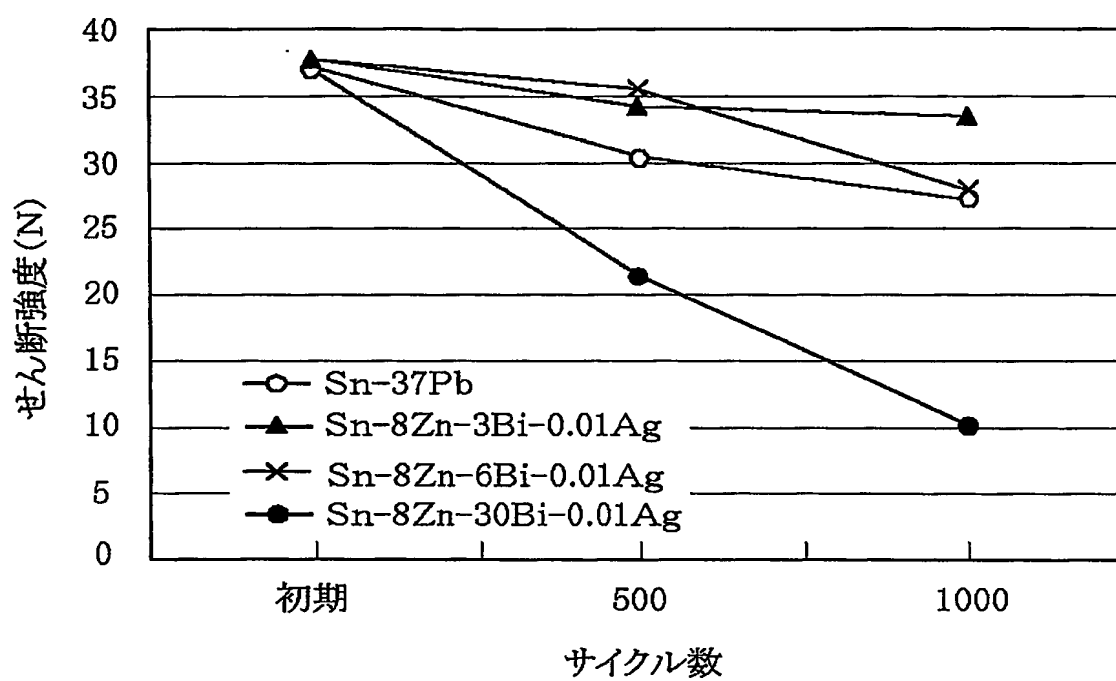
図6





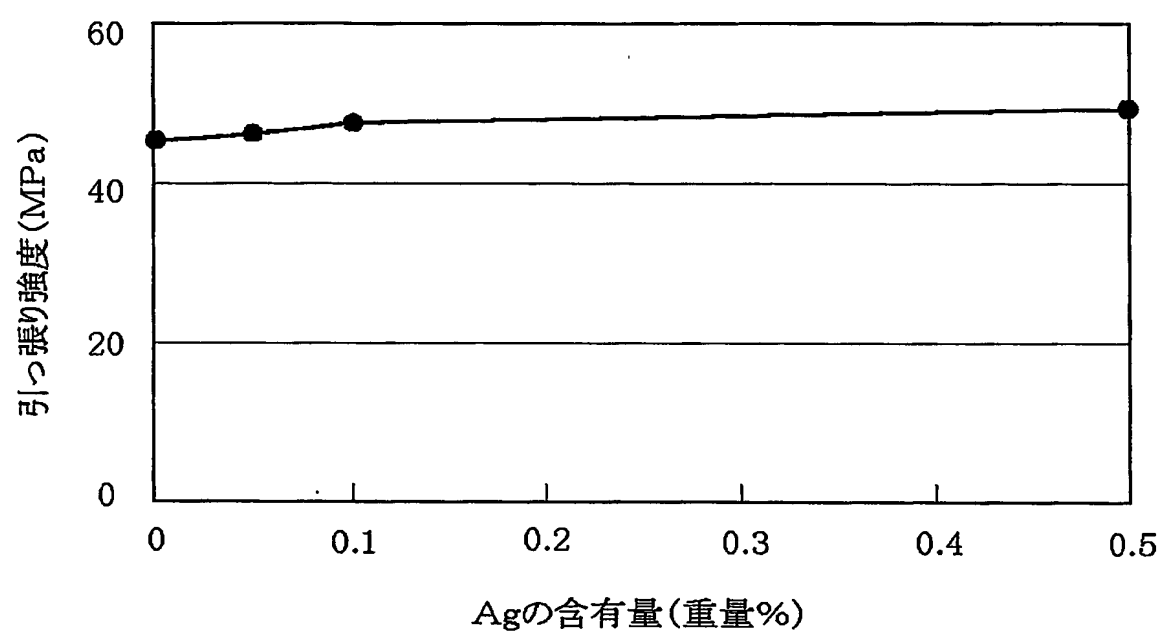
7/16

図7



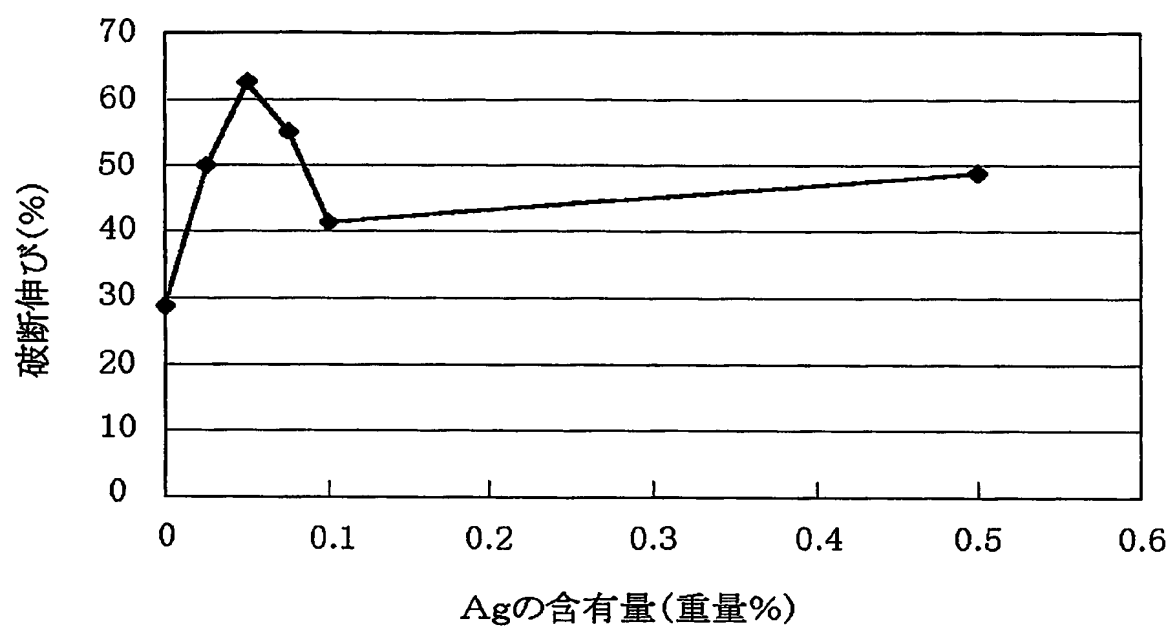
8/16

図8



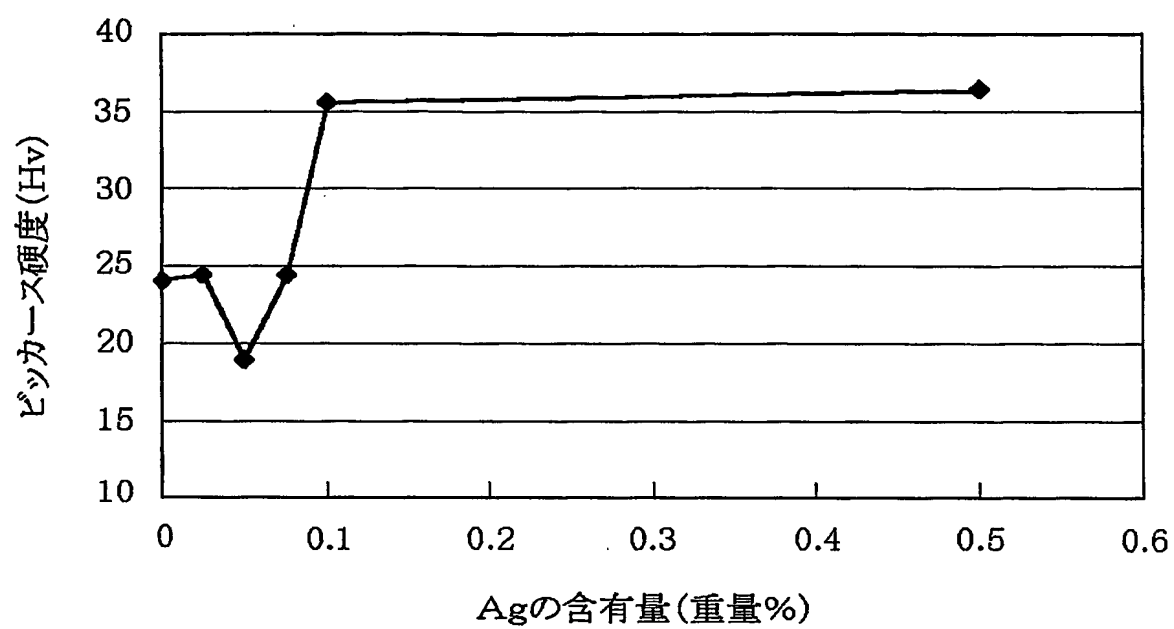
9/16

図9



10/16

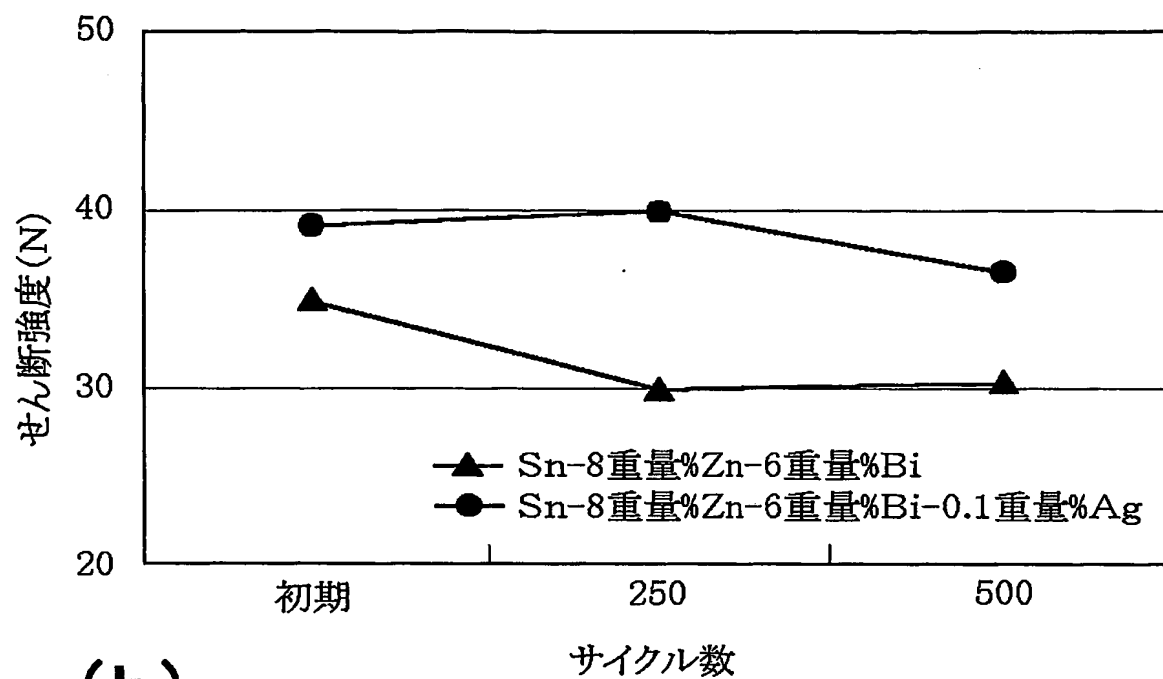
図10



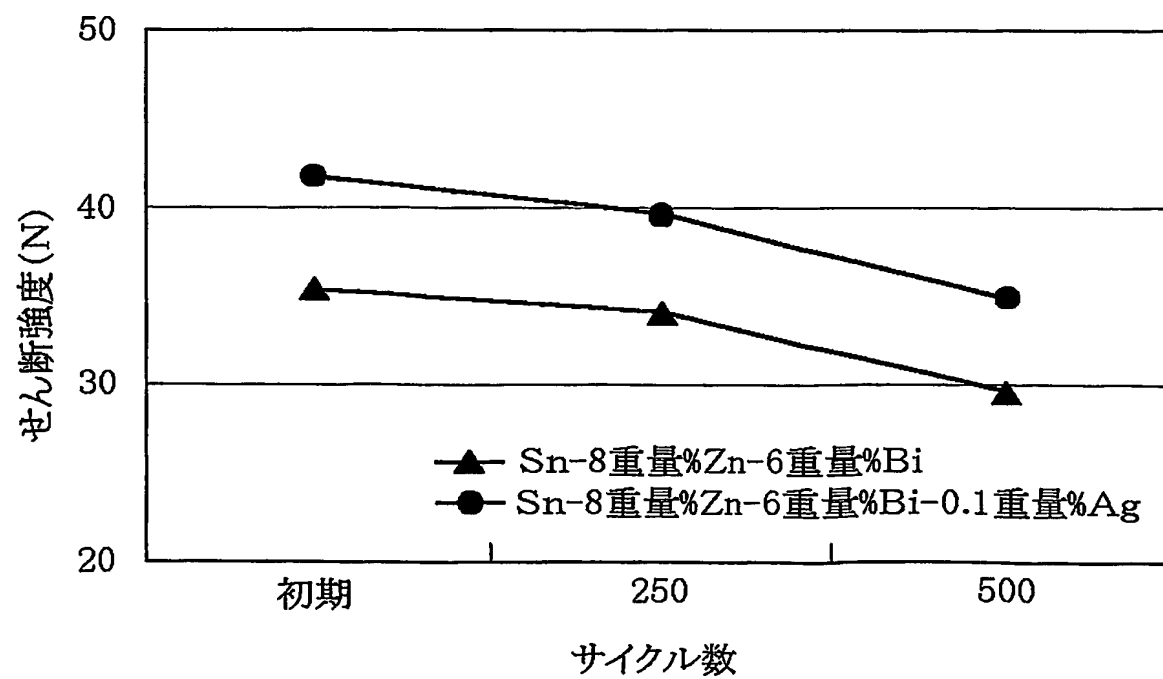
11/16

図 11

(a)



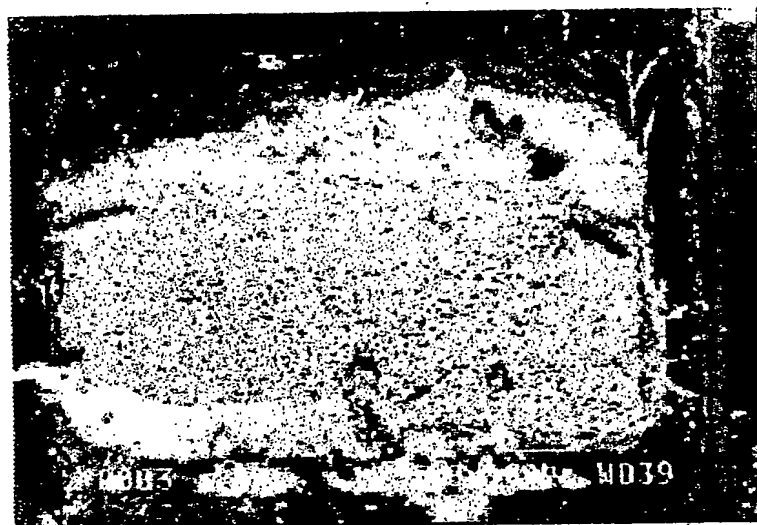
(b)



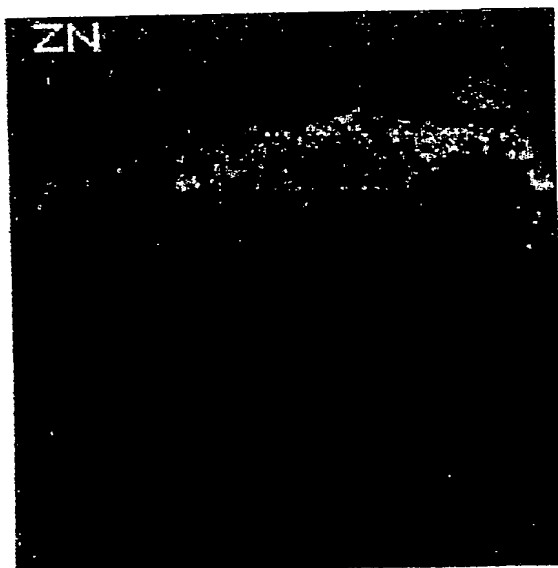
12/16

図 12

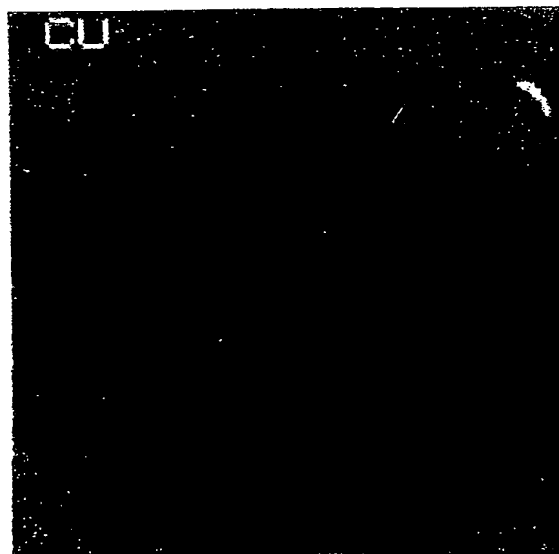
(a)



(b)



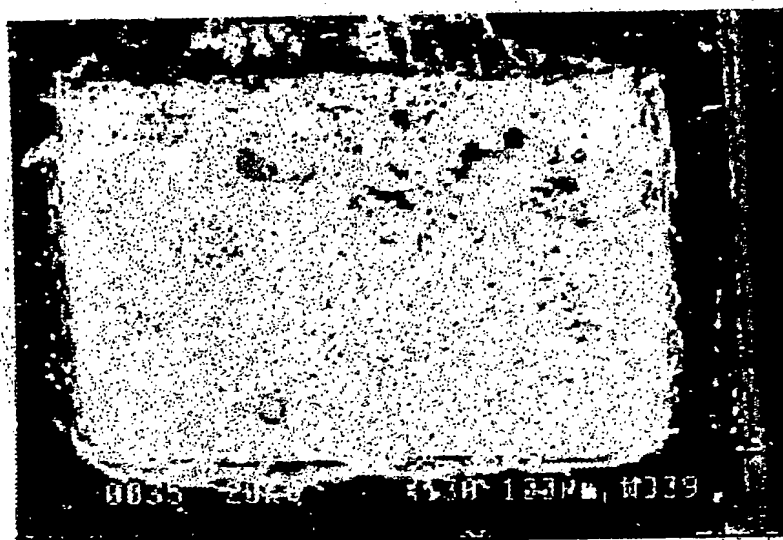
(c)



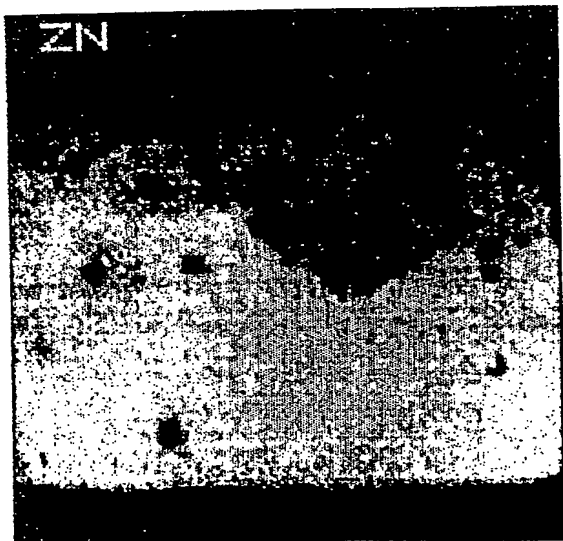
13/16

図 13

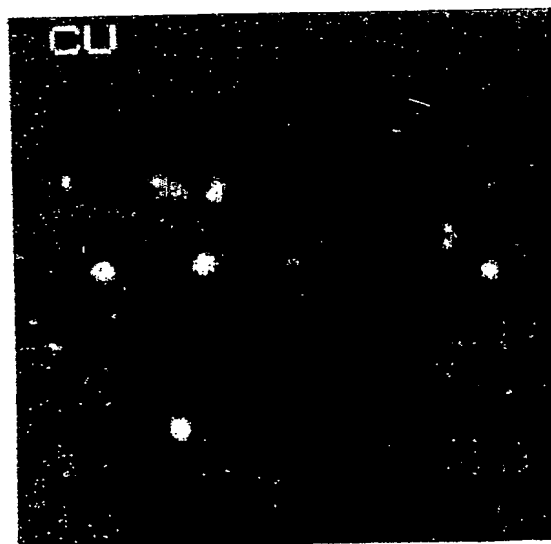
(a)



(b)

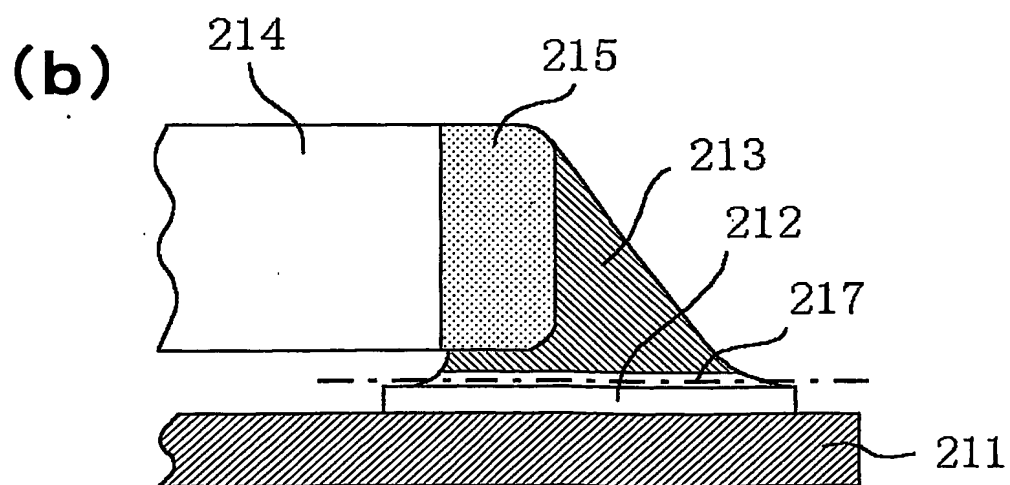
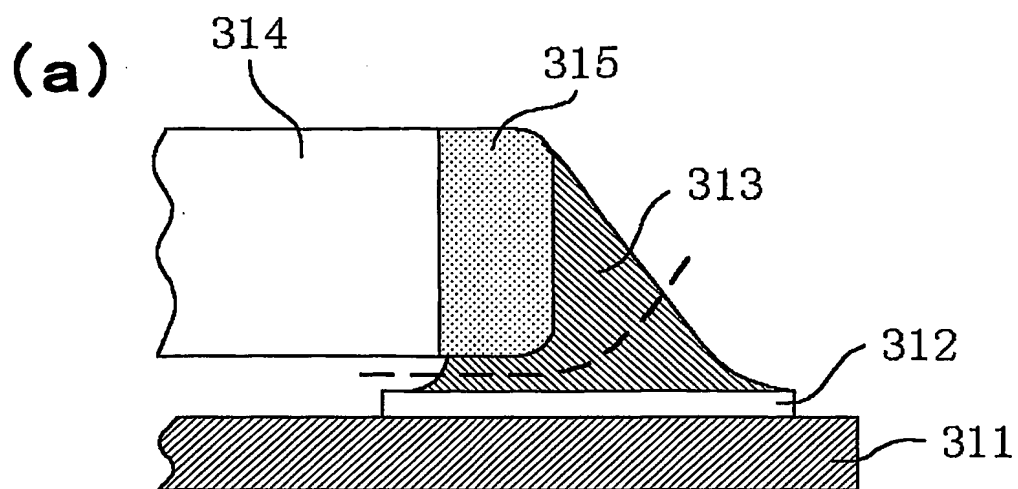


(c)



14/16

図 14

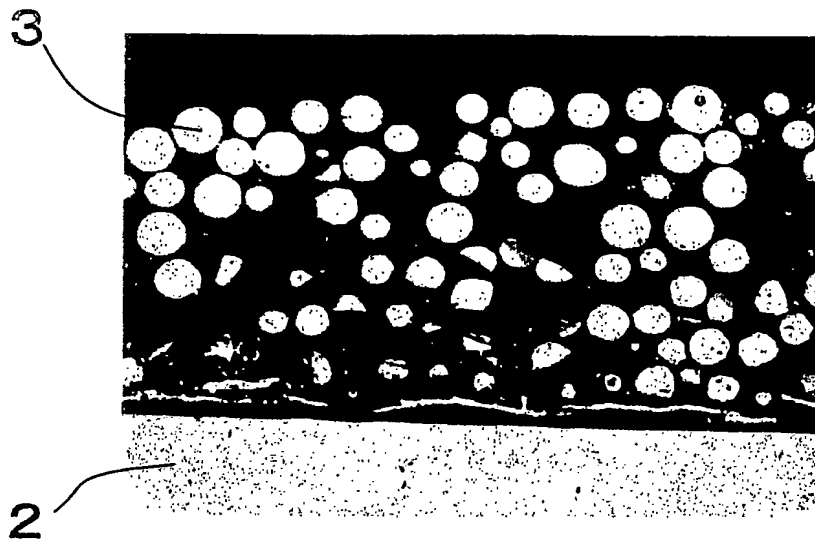




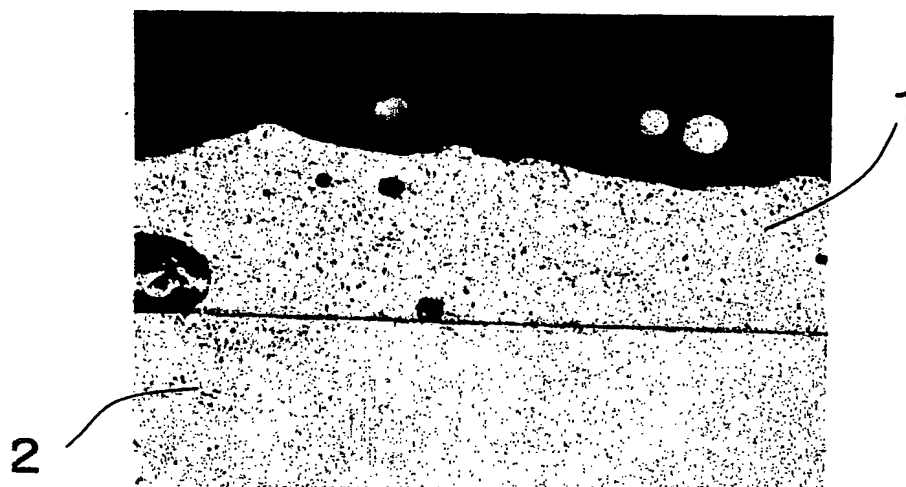
15/16

図 15

(a)



(b)



(c)

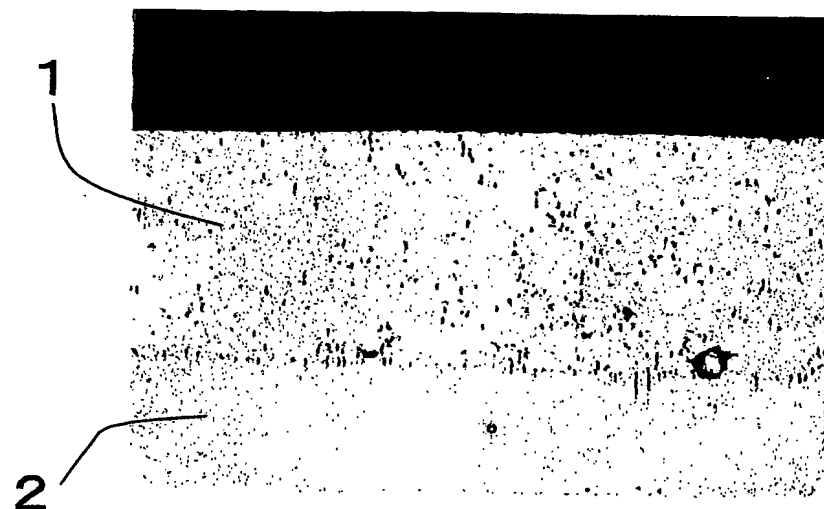
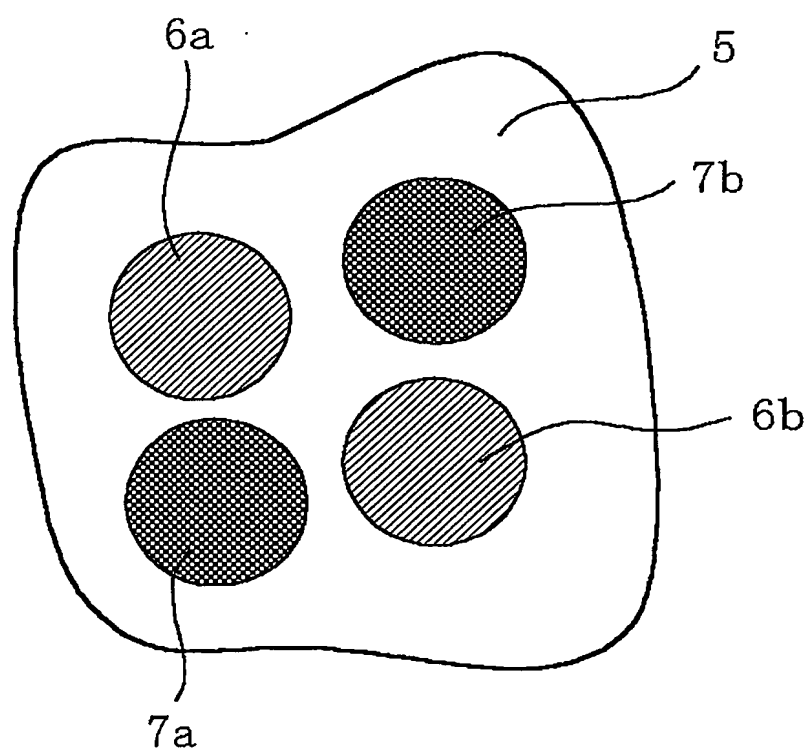


図 16



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
JP03/08361

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> B23K35/26

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> B23K35/26

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2003	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 9-277082 A (Senju Metal Industry Co., Ltd.), 28 October, 1997 (28.10.97), Claims; examples 1, 2; table 1 (Family: none)	1-8
A	JP 9-94687 A (Senju Metal Industry Co., Ltd.), 08 April, 1997 (08.04.97), Claims; table 1 (Family: none)	1-8
A	EP 1196015 A1 (FUJITSU LTD.), 10 April, 2002 (10.04.02), Par. No. [0046] & US 2002/0018844 A1 & WO 01/80611 A1	1-8

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:  
 "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance  
 "E" earlier document but published on or after the international filing date  
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)  
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means  
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention  
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone  
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art  
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
16 September, 2003 (16.09.03)

Date of mailing of the international search report  
30 September, 2003 (30.09.03)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/08361

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P, A	JP 2002-224880 A (FUJITSU LTD.), 13 August, 2002 (13.08.02), Claims; tables 2, 4 (Family: none)	1-8

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> B23K35/26

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> B23K35/26

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-2003年

日本国登録実用新案公報 1994-2003年

日本国実用新案登録公報 1996-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 9-277082 A (千住金属工業株式会社) 1997. 10. 28, 特許請求の範囲, 実施例1, 実施例2, 表1 (ファミリーなし)	1-8
A	JP 9-94687 A (千住金属工業株式会社) 1997. 04. 08, 特許請求の範囲, 表1 (ファミリーなし)	1-8
A	EP 1196015 A1 (FUJITSU LIMITED) 2002. 04. 10, 【0046】欄 & US 2002/0018844 A1 & WO 01/80611 A1	1-8

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

16.09.03

国際調査報告の発送日

30.09.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

鈴木 毅

4K

9154

電話番号 03-3581-1101 内線 3435

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
P, A	J P 2002-224880 A (富士通株式会社) 2002. 08. 13, 特許請求の範囲, 表2, 表4 (ファミリーなし)	1-8